

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-222043

⑬ Int.Cl.⁴
A 61 B 10/00
G 01 N 24/06

識別記号
7033-4C
7621-2G

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)11月6日
審査請求 未請求 発明の数 4 (全8頁)

⑯ 発明の名称 核磁気共鳴による診断装置

⑰ 特 願 昭59-79659

⑱ 出 願 昭59(1984)4月20日

⑲ 発 明 者 星 野 和 哉 武蔵野市中町2丁目7番11号 横河メデイカルシステム株式会社内

⑲ 発 明 者 山 口 圭 紀 武蔵野市中町2丁目7番11号 横河メデイカルシステム株式会社内

⑲ 発 明 者 岩 岡 秀 人 武蔵野市中町2丁目9番32号 横河北辰電機株式会社内

⑲ 出 願 人 横河北辰電機株式会社 武蔵野市中町2丁目9番32号

⑲ 出 願 人 横河メデイカルシステム株式会社 武蔵野市中町2丁目7番11号

⑲ 代 理 人 弁理士 井 出 直 孝

明 細 書

1. 発明の名称
核磁気共鳴による診断装置

2. 特許請求の範囲

(1) 被検体に主磁場を印加する手段と、
この被検体の組織を構成する原子の原子核に核磁気共鳴を与える高周波パルス印加する手段と、
上記原子核の核磁気共鳴の信号を少なくとも一つの方向に投影するための勾配磁場を印加する手段と、
この勾配磁場を印加する手段により投影された核磁気共鳴の信号を観測する手段と、
この観測する手段の出力信号から画像を構成する演算手段と
を備えた核磁気共鳴による診断装置において、
上記被検体の近傍に少なくとも一つの投影方向についてその被検体と重ならない位置に、あらかじめ性質のわかった所定の形状の特定物体が配置

され、
上記観測する手段に観測されるその特定物体の原子核の共鳴周波数から特定周波数を設定する手段
を備えたことを特徴とする核磁気共鳴による診断装置。

(2) 被検体に主磁場を印加する手段と、
この被検体の組織を構成する原子の原子核に核磁気共鳴を与える高周波パルス印加する手段と、
上記原子核の核磁気共鳴の信号を少なくとも一つの方向に投影するための勾配磁場を印加する手段と、
この勾配磁場を印加する手段により投影された核磁気共鳴の信号を観測する手段と、
この観測する手段の出力信号から画像を構成する演算手段と
を備えた核磁気共鳴による診断装置において、
上記被検体の近傍に少なくとも一つの投影方向についてその被検体と重ならない位置に、あらかじめ性質のわかった所定の形状の特定物体が配置

BEST AVAILABLE COPY

特開昭60-222043(2)

され、

上記観測する手段に観測されるその特定物体の原子核の共鳴周波数から特定周波数を設定する手段を備え、

上記磁場を印加する手段はこの特定周波数に基づいて上記被検体に印加する磁場の強度を制御する手段を含む

ことを特徴とする核磁気共鳴による診断装置。

(3) 被検体に主磁場を印加する手段と、

この被検体の組織を構成する原子の原子核に核磁気共鳴を与える高周波パルス印加する手段と、

上記原子核の核磁気共鳴の信号を少なくとも一つの方向に投影するための勾配磁場を印加する手段と、

この勾配磁場を印加する手段により投影された核磁気共鳴の信号を観測する手段と、

この観測する手段の出力信号から画像を構成する演算手段と

を備えた核磁気共鳴による診断装置において、

上記被検体の近傍に少なくとも一つの投影方向

る演算手段と

を備えた核磁気共鳴による診断装置において、

上記被検体の近傍に少なくとも一つの投影方向についてその被検体と重ならない位置に、あらかじめ性質のわかった所定の形状の特定物体が配置され、

上記観測する手段に観測されるその特定物体の原子核の共鳴周波数から特定周波数を設定する手段を備え、

上記演算手段はこの特定周波数に基づいて演算値を補正する手段を含む

ことを特徴とする核磁気共鳴による診断装置。

(5) 特定物体は被検体を載置するクレードルに取り付けられたパイプに充填された水である特許請求の範囲第(1)項に記載の核磁気共鳴による診断装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、核磁気共鳴による診断装置に関する。

についてその被検体と重ならない位置に、あらかじめ性質のわかった所定の形状の特定物体が配置され、

上記観測する手段に観測されるその特定物体の原子核の共鳴周波数から特定周波数を設定する手段を備え、

上記観測する手段は核磁気共鳴による信号を位相検波する手段を含む、

上記特定周波数に基づいてこの位相検波する手段の基準周波数を制御する手段を備えた

ことを特徴とする核磁気共鳴による診断装置。

(4) 被検体に主磁場を印加する手段と、

この被検体の組織を構成する原子の原子核に核磁気共鳴を与える高周波パルス印加する手段と、

上記原子核の核磁気共鳴の信号を少なくとも一つの方向に投影するための勾配磁場を印加する手段と、

この勾配磁場を印加する手段により投影された核磁気共鳴の信号を観測する手段と、

この観測する手段の出力信号から画像を構成す

特に、核磁気共鳴計算機トモグラフィ装置における、主磁場強度の時間変動による画質の劣化を防止するための手段に関する。

(従来の技術)

従来の核磁気共鳴による診断装置、例えば、核磁気共鳴計算機トモグラフィ装置では、主磁場コイルを定電流により駆動して主磁場を発生させていた。しかし、主磁場電源が変動したり、室温や主磁場コイルの温度の変化により、主磁場コイルの形状が変化し、主磁場強度が数十ppmにわたって変化する。このために、診断画像にアーティファクトを生ずる場合があった。

(発明が解決しようとする問題点)

本発明は、主磁場強度の変化によるアーティファクトの発生を防止できる核磁気共鳴による診断装置を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明核磁気共鳴による診断装置は、被検体の近傍にあらかじめ性質のわかった物質を配置して磁場強度を測定し、この測定値を基準にして、磁

特開昭60-222043(3)

場強度の制御、演算値の補正または位相検波器の基準周波数の制御を行うことを特徴とする。

すなわち、本発明核磁気共鳴による診断装置の第一の発明は、被検体に主磁場を印加する手段と、この被検体の組織を構成する原子の原子核に核磁気共鳴を与える高周波パルスを印加する手段と、上記原子核の核磁気共鳴の信号を少なくとも一つの方向に投影するための勾配磁場を印加する手段と、この勾配磁場を印加する手段により投影された核磁気共鳴の信号を観測する手段と、この観測する手段の出力信号から核磁気共鳴を起こした原子の分布を画像に構成する演算手段とを備えた核磁気共鳴による診断装置において、上記被検体の近傍に少なくとも一つの投影方向についてその被検体と重ならない位置に、あらかじめ性質のわかった所定の形状の特定物体が配置され、上記観測する手段に観測されるその特定物体の原子核の共鳴周波数から特定周波数を設定する手段を備えたことを特徴とする。

本発明核磁気共鳴による診断装置の第二の発明

は、磁場を印加する手段が特定周波数に基づいて被検体に印加する磁場の強度を制御する手段を含むことを特徴とする。

本発明核磁気共鳴による診断装置の第三の発明は、観測する手段が核磁気共鳴による信号を位相検波する手段を含み、特定周波数に基づいてこの位相検波する手段の基準周波数を制御する手段を備えたことを特徴とする。

本発明核磁気共鳴による診断装置の第四の発明は、演算手段が特定周波数に基づいて演算値を補正する手段を含むことを特徴とする。

〔実施例〕

第1図は本発明実施例核磁気共鳴による診断装置のブロック構成図である。この実施例は、本発明を核磁気共鳴計算機トモグラフィ装置に用いた例である。

計算機1は、表示装置2と、主磁場電源3と、シーケンス記憶回路4と、高周波発振回路6と、アナログ・ディジタル変換器9と、操作コンソール12とに接続される。主磁場電源3はマグネット

アセンブリ13に接続される。シーケンス記憶回路4は、勾配磁場駆動回路5と、ゲート変調回路7と、アナログ・ディジタル変換器9とに接続される。勾配磁場駆動回路5はマグネットアセンブリ13に接続される。ゲート変調回路7は高周波電力増幅器8に接続される。高周波電力増幅器8はマグネットアセンブリ13に接続される。高周波発振回路6は、ゲート変調回路7と位相検波器10とに接続される。マグネットアセンブリ13は前置増幅器11に接続される。前置増幅器11は位相検波器10に接続される。位相検波器10はアナログ・ディジタル変換器9に接続される。アナログ・ディジタル変換器9は計算機1に接続される。

マグネットアセンブリ13は、内部に主磁場コイル、x軸、y軸、z軸の各勾配コイル、高周波送信コイルおよび核磁気共鳴信号の受信コイルが配置され、挿入された被検体100に対して、主磁場と勾配磁場と高周波パルスとを印加し、共鳴周波数と共鳴エネルギーレベルとを含む核磁気共鳴信号を受信する。

クレードル14は、被検体100を収容してマグネットアセンブリ13内に挿入する。また、クレードル14の下部には、水が充填されたパイプが取り付けられている（図示せず）。このパイプ内の水は、本発明核磁気共鳴による診断装置の第一の発明の一例であり、後で詳細に説明する。

主磁場電源3は、マグネットアセンブリ13内の主磁場コイルに接続され、被検体100に主磁場を印加する。また、主磁場電源3は計算機1の制御により主磁場の強度を制御するが、これは、本発明核磁気共鳴による診断装置の第二の発明の実施例であり、後で詳細に説明する。

シーケンス記憶回路4は、核磁気共鳴エネルギーレベルの観測データを収集するためのタイミング信号を発生し、勾配磁場駆動回路5、ゲート変調回路7およびアナログ・ディジタル変換器9の動作を制御する。これにより、シーケンス記憶回路4は、勾配磁場や高周波磁場の発生シーケンスを制御する。

勾配磁場駆動回路5は、マグネットアセンブリ

特開昭60-222043(4)

13内のx軸、y軸、z軸の各勾配コイルに接続され、勾配磁場を被検体100に印加する。

高周波発振回路6とゲート変調回路7と高周波電力増幅器8とは、被検体100の組織を構成する原子の原子核に核磁気共鳴を与える高周波パルスを、マグネットアセンブリ13内に挿入された被検体100に対して印加するように構成されている。高周波発振回路6は高周波信号を発生する。ゲート変調回路7は、シーケンス記憶回路4からのタイミング信号により高周波発振回路6の出力した高周波信号を変調し、高周波パルスを生成する。高周波電力増幅器8は、ゲート変調回路7の出力した高周波パルスを電力増幅し、マグネットアセンブリ13内の高周波送信コイルに供給する。

アナログ・デジタル変換器9と位相検波器10と前置増幅器11とは、核磁気共鳴信号を観測し、デジタルの観測データを収集する。前置増幅器11は、マグネットアセンブリ13内の受信コイルに接続され、核磁気共鳴信号を増幅する。位相検波器10は、高周波発振回路6の出力信号を参照し

て、前置増幅器11の出力を位相検波する。アナログ・デジタル変換器9は、位相検波された核磁気共鳴信号をアナログ・デジタル変換する。

計算機1は、シーケンス記憶回路4の内容の書き換えや、主磁場電源3および高周波発振回路6の制御を行う。シーケンス記憶回路4の内容を書き換えることにより、種々の操作シーケンスを実現できる。さらに、計算機1は観測データから共鳴エネルギーレベルの分布を画像に構成する演算を行う。この演算は、本発明核磁気共鳴による診断装置の第三の発明であり、後で詳細に説明する。

表示装置2は、計算機1の演算により得られた核磁気共鳴原子の分布画像を表示する。

操作コンソール12は、操作者からの入力を受け付ける。

本発明核磁気共鳴による診断装置の第一の発明は、被検体の近傍に磁場強度計測用物質が配置されていることである。

磁場強度計測用物質の配置される位置は、

- (1) 被検体100の邪魔にならないこと、

- (2) 被検体100による投影と磁場強度計測用物質による投影とが重ならないビューが少なくとも1つ存在すること、

- (3) 可能な限り受信コイルの近傍であること、

- (4) 磁場が均一であること

の条件が要求される。

条件(1)は診断装置としての当然の条件である。条件(2)は主磁場強度の計測に必要な条件であり、全てのビューで被検体100による投影と磁場強度計測用物質による投影とが重なる場合には、主磁場強度の計測ができない。また、条件(3)および条件(4)は信号雑音比を良好にするために必要な条件である。

したがって、実際の診断装置では、被検体100の画像を得るための領域以外でこれらの条件を満足する位置をさがすか、クレードル14の両側または下部に配置することが望ましい。ただし、クレードル14に取り付ける場合には、クレードル14の移動を考慮する必要がある。すなわち、クレードル14の移動に影響されずに一定の核磁気共鳴信号

を発生するために、磁場強度計測用物質をクレードル14の全長にわたって取り付けることが必要である。また、クレードル14の高さおよび左右の位置も正確にわかっていることが必要である。

第2図はクレードル14の一例の要部断面図である。

クレードル14の下部には、磁場強度計測用物質として、パイプに充填された水20が配置されている。パイプ(すなわちパイプに充填された水20)はクレードル14の全長にわたって配置されている。

第3図は、被検体100とパイプに充填された水20とによる投影を示す説明図である。

第3図に示したように、1度の走査中に少なくとも1ビューは、被検体100による投影とパイプに充填された水20による投影とが重ならないように、パイプに充填された水20が配置されている。

この例では、磁場強度計測用物質の断面形状は長方形であるが、これは、どのような形状でもかまわない。ただし、スピンワープ法で本装置を使用する場合には、磁場強度計測用物質をワープ方

特開昭60-222043 (5)

向（磁気共鳴によるスピンのねじれ方向、第3図ではy方向）に厚くすると、ワーブ量が増えるにつれて、そのビューの信号強度が急激に減少する。このために、主磁場強度の計測に使用可能な信号雑音比を有するビューの数が少なくなる。この反対に薄くすると、主磁場強度を計測するための信号が全体的に小さくなり、計測精度が減少する原因となる。したがって、これらの両者の兼ね合いで、最適な磁場強度計測用物質の厚さを決定する必要がある。

また、以上の例では、磁場強度計測用物質としてパイプに充填された水20を用いているが、あらかじめ性質のわかった所定の形状の特定物質であれば、どのような物質を用いても本発明を実施できる。

さらに、磁場強度計測用物質の個数は1個以上であれば、何個でも良い。

第4図は、一般的なスピンワーブ飽和回復法による走査の1ビューのパルスシーケンスのタイムチャートである。

時間 t_1 では、x方向の勾配磁場 G_x により一つの被検体断面を指定し、高周波パルスにより被検体内のスピンを選択励起し、 90° 回転させる。続いて時間 t_2 では、y方向の勾配磁場 G_y によりスピンの位相をy座標に応じてエンコードする。時刻 t_3 では、x方向の勾配磁場により、x方向に周波数エンコードされたスピンからのエコー信号の総和を受信する。これに続くビューでは、時間 t_1 におけるy方向の磁場 G_y の強度を変化させ、これにより観測するy座標を移動させる。

画像に構成する領域のy軸方向の一端から他端までの位相エンコード量（y軸方向の勾配磁場強度に対応する）をワーブ量と呼ぶ。このワーブ量を、ビュー毎に $2n\pi$ （nは整数）で変化させることにより、被検体の磁気共鳴原子密度分布の2次元フーリエ変換量のx軸に平行な成分を、時間軸の観測データとして直接に得ることができる。ワーブ量が「0」のビューによる観測データの場合には、その時間軸データをフーリエ逆変換することにより、被検体および磁場強度計測用物質の

x軸への投影が得られる。

第5図は被検体および磁場強度計測用物質のx軸への投影の一例を示す図である。

この例では、磁場強度計測用物質が被検体の両側に配置されており、このために、被検体の投影200の両側に磁場強度計測用物質の投影201、202が示されている。

磁場強度計測用物質の位置およびx方向の勾配磁場 G_x の強度から、主磁場強度が変化していない場合の投影201の中心周波数 ω_{s01} と、投影202の中心周波数 ω_{s02} とを求める。これらの値と、実際に計測された中心周波数 ω_{s01} 、 ω_{s02} とを比較することにより、主磁場強度の変化を求めることができる。すなわち、

$$\Delta\omega_{s01} = \omega_{s01} - \omega_{s01A} \quad \text{.....(1)}$$

$$\Delta\omega_{s02} = \omega_{s02} - \omega_{s02A} \quad \text{.....(2)}$$

とすると、主磁場強度の変化による特定周波数の変移 $\Delta\omega$ は、

$$\Delta\omega = \frac{1}{2} (\Delta\omega_{s01} + \Delta\omega_{s02}) \quad \text{.....(3)}$$

である。磁気回転比を γ とすると、特定周波数の変移 $\Delta\omega$ と主磁場強度の変化 ΔB とは、

$$\Delta\omega = \gamma \Delta B \quad \text{.....(4)}$$

の関係があり、これにより主磁場強度の変化を知ることができる。

走査中における主磁場強度の変動を検出するためには、ビュー毎に上述の計測を行うことが望ましい。しかし、現実にはワーブ量の大きいビューでは受信信号が小さくなり、ビュー毎に計測を行うことが不可能となる。そこで、ワーブ量の小さいビューを走査中に適当に分散させて、これを磁場強度計測ビューとし、一回の走査中に数度の主磁場強度計測を行う。他のビューには内挿した値を用いる。主磁場強度の変動はそれほど急激ではなく、したがって、主磁場強度の計測は数度で充分である。磁場強度計測ビューの間隔は等間隔でも不等間隔でもよい。

主磁場強度の計測値により、計算機1は主磁場電源3を制御するか、または、データの補正を行う。主磁場電源3を制御して主磁場強度を補正す

ることが、本発明の第二の発明である。

次に、得られたデータの補正について説明する。ここでは、基本的な補正法の例として投影法の場合について説明するが、この他にも、走査の方法に応じて種々の補正法がある。

投影法の場合には、主磁場強度の変動は、観測データの周波数のずれとして現れる。すなわち、主磁場強度の与えるラモア周波数 ω_1 と基準周波数 ω_0 との間の周波数差 $\Delta\omega$ とすると、 $\Delta\omega = 0$ の場合の観測データ $f(t)$ と $\Delta\omega \neq 0$ の場合の観測データ $f'(t)$ とは、

$$f'(t) = f(t) \exp(-j \Delta\omega t) \quad \dots\dots(5)$$

の関係がある。したがって、基準周波数 ω_0 を変化させるか、または、(5)式に従って観測データを補正する方法が考えられる。前者が本発明の第三の発明であり、後者が本発明の第四の発明である。

第6図は基準周波数 ω_0 の変化を示す図である。

主磁場強度の変化にともないラモア周波数 ω_1 が変化しており、第6図に矢印で示した磁場強度計測ビューのたびに、基準周波数 ω_0 をラモア周

特開昭60-222043(6)

波数 ω_1 に一致させている。これにより、位相検波後の信号は主磁場強度の変動の影響を受けない。

基準周波数 ω_0 を変化させるためには、高周波発振回路6の発振周波数を、磁場強度測定ビューで得られたラモア周波数 ω_1 と一致するように制御し、位相検波機10の基準周波数を変化させる。

しかし、この補正方法だけでは基準周波数 ω_0 が磁場強度計測ビューのタイミングでしか補正できず、基準周波数 ω_0 の変化が階段状となる。このため、磁場強度計測ビューを多数入れる必要が生じる。

第7図は観測データを補正を示す図である。

ラモア周波数 ω_1 と基準周波数 ω_0 との間の周波数差 $\Delta\omega$ を用いて、観測データ $f'(t)$ に次の補正を行う。

$$f(t) = f'(t) \exp(j \Delta\omega t) \quad \dots\dots(6)$$

第(6)式は、 $f'(t)$ を $-\Delta\omega$ だけ周波数移動することに相当する。ある主磁場強度の計測から次の計測までの間の磁場強度の変化に対しては、適当な補間により $\Delta\omega$ を推定する必要がある。第7図の

例は線型補間の例であり、磁場計測ビューは、各区分での推定誤差 ϵ_1 ($1 = 1, 2, \dots$)がある範囲内に納まるような間隔で挿入する必要がある。この場合の区分1のデータの補正は、第2の磁場計測ビュー以降、すなわち区分2を走査している時点で可能となり、走査と画像の再構成の並列動作が可能である。

観測データの補正は、単独で実施することもできるが、 $\Delta\omega$ が大きくなるにしたがい、90°パルスがスピンを正確に90°回転させることができなくなるので、基準周波数 ω_0 を変化させる方法と組み合わせて実施することが望ましい。

以上の説明では、投影法による走査について説明したが、本発明はフーリエ法にも適用可能である。核磁気共鳴計算機トモグラフィ装置は、X線計算機トモグラフィ装置と異なり、可動部分がない。このため、ビュー番号とビュー角とに1対1の対応がありさえすれば、観測の順序は任意に選択できる。そこで、磁場強度計測用物質の投影が被検体の投影と重ならないビューを、1回の走査

中に分散させておき、このビューでのみ主磁場強度を計測し、他のビューにはこの値を内挿して用いる。主磁場強度を計測するビューの間隔は等間隔でも不等間隔でもよい。磁場強度計測用物質の投影の中心周波数の基準値は、ビュー角の違いにより差が生じるが、この差はビュー角から簡単に求めることができる。

また、飽和回復法、反転回復法、FID法、スピネコー法等のパルスシーケンスに関わらず、本発明の実施が可能である。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明核磁気共鳴による診断装置により、主磁場強度の時間的な変動の計測が可能になり、主磁場強度の変動に起因するアーティファクトの発生をおさえることが可能となる。また、主磁場強度の測定は被検体の体動の影響を受けない。

したがって、本発明は医療診断装置に応用する場合に優れた効果がある。

特開昭60-222043 (7)

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明実施例核磁気共鳴による診断装置のブロック構成図。

第2図はクレードルの要部断面図。

第3図は被検体とパイプに充填された水とによる投影を示す説明図。

第4図はスピンワープ飽和回復法による走査のパルスシーケンスのタイムチャート。

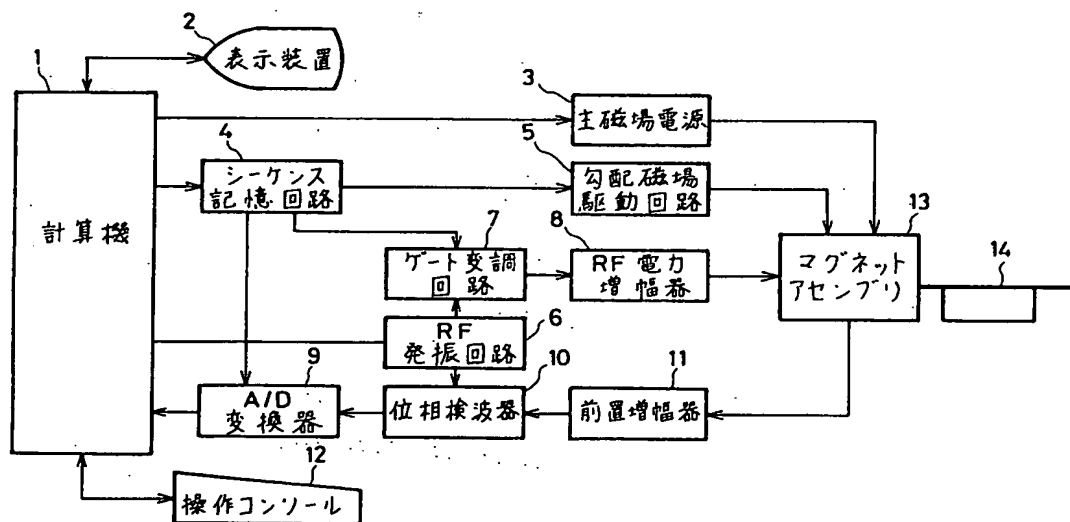
第5図は被検体および磁場強度計測用物質のx軸への投影の一例を示す図である。

第6図は基準周波数 ω_0 の変化を示す図。

第7図は観測データの補正を示す図。

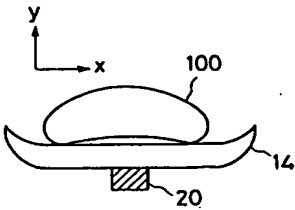
1…計算機、2…表示装置、3…主磁場電源、4…シーケンス記憶回路、5…勾配磁場駆動回路、6…高周波発振回路、7…ゲート変調回路、8…高周波電力増幅器、9…アナログ・デジタル変換器、10…位相検波器、11…前置増幅器、12…操作コンソール、13…マグネットアセンブリ、14…クレードル、20…パイプに充填された水。

特許出願人代理人 弁理士 井 出 直 孝

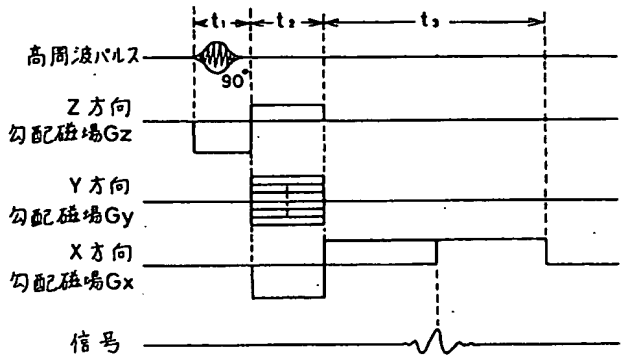


第 1 図

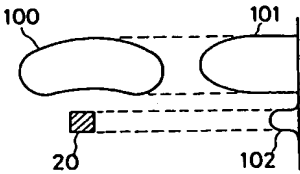
特開昭60-222043 (8)



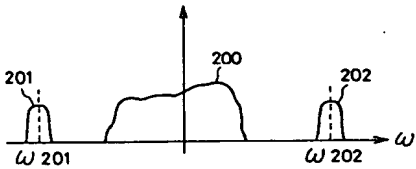
第 2 図



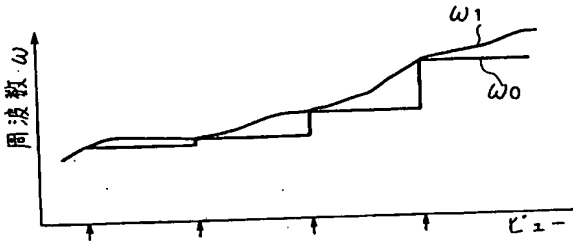
第 4 図



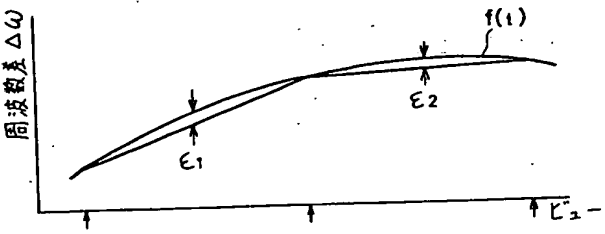
第 3 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.